

(3) Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-57752 (1999)

“Method and Apparatus for Control of Removal of TOC Component”

The following are the extracts relevant to the present invention:

5

This invention relates to a method and an apparatus for control of removal of TOC component, and more particularly to a method and apparatus for control of removal of TOC component in production and reclamation of water which is substantially free from a TOC component, for example, pure or ultrapure water used
10 in a cleaning process in the field of electronics industry.

In accordance with this invention, each TOC component contained in water is decomposed into organic acid, at a minimum, using hydroxyl radicals, and subsequently, the resultant organic acid contained in the water as processed using the hydroxyl radicals is treated using ion removing means, thereby removing the TOC
15 component from the water to produce pure water. In the foregoing processes, according to the present invention, an amount of TOC components contained in the water as processed using the hydroxyl radicals is monitored, while an amount of generated hydroxyl radicals is automatically controlled such that the amount of TOC components in the water as processed using the hydroxyl radicals be within the range
20 from 0.5 to 2.5 mg/L. This allows an amount of TOC components contained in the water as finally obtained after being treated using the ion removing means, not to exceed 0.3mg/L.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-57752

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 2 F 1/72

C 0 2 F 1/72

Z

1 0 1

1 0 1

1/00

1/00

T

1/32

1/32

1/42

1/42

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-236492

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月19日

(71) 出願人 000004400

オルガノ株式会社

東京都江東区新砂1丁目2番8号

(72) 発明者 楊 敏

埼玉県戸田市川岸1丁目4番9号 オルガ

ノ株式会社総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 三浦 進二

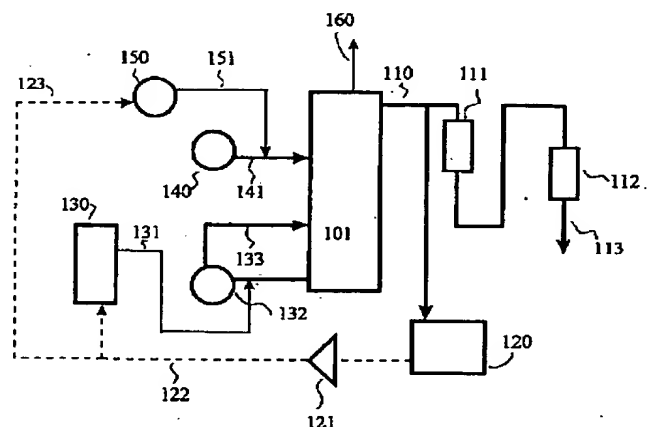
(54) 【発明の名称】 TOC成分除去の制御方法及び装置

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 TOC成分含有水中のTOC成分をヒドロキシルラジカルにより有機酸まで分解し、得られる処理水からイオン除去するTOC成分除去方法において、ヒドロキシルラジカルによる処理後の処理水のTOC値によりヒドロキシルラジカル発生量をフィードバック制御することにより、安定で正確なTOC成分除去の制御方法及び装置を提供する。

【解決手段】 ヒドロキシルラジカルによる処理後の処理水のTOC値を監視し、このTOC値が0.5~2.5mg/Lとなるようにヒドロキシルラジカル発生量をフィードバック制御し、後段のイオン除去で最終処理水のTOC値が0.3mg/L以下となるようにする。ヒドロキシルラジカル発生機構としては、オゾンと過酸化水素の組み合わせ、オゾンとアルカリとの組み合わせ、オゾンと紫外線との組み合わせが好ましく用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 TOC 成分含有水中の TOC 成分をヒドロキシルラジカルにより少なくとも有機酸まで分解し、得られる処理水中の有機酸を更にイオン除去手段により処理することにより TOC 成分を除去して純水を製造するに当たり、ヒドロキシルラジカルにより処理された処理水の TOC 値を監視し、その TOC 値が 0.5～2.5 mg/L となるようにヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御し、前記イオン除去手段により処理された最終処理水中の TOC 値を 0.3 mg/L 以下にすることを特徴とする TOC 成分除去の制御方法。

【請求項 2】 前記ヒドロキシルラジカルをオゾンと過酸化水素との組み合わせにより発生させ、このヒドロキシルラジカルにより処理された処理水の TOC 値が 0.5～2.5 mg/L となるように、オゾン発生量を制御しながら過酸化水素の供給量をオゾン発生量と連動させて制御することにより前記のヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御することを特徴とする請求項 1 に記載の TOC 成分除去の制御方法。

【請求項 3】 前記ヒドロキシルラジカルをオゾンとアルカリとの組み合わせにより発生させ、このヒドロキシルラジカルにより処理された処理水の TOC 値及び pH 値を監視し、前記処理水の TOC 値が 0.5～2.5 mg/L となるように、オゾン発生量を制御しながら前記処理水の pH 値がアルカリ側になるようにアルカリの添加量を制御することにより前記のヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御することを特徴とする請求項 1 に記載の TOC 成分除去の制御方法。

【請求項 4】 前記ヒドロキシルラジカルをオゾンと紫外線ランプとの組み合わせにより発生させ、このヒドロキシルラジカルにより処理された処理水の TOC 値が 0.5～2.5 mg/L となるように、オゾン発生量を制御しながら前記紫外線ランプの出力量をオゾン発生量と連動させて制御することにより前記のヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御することを特徴とする請求項 1 に記載の TOC 成分除去の制御方法。

【請求項 5】 TOC 成分含有水中の TOC 成分をヒドロキシルラジカルにより少なくとも有機酸まで分解するためのヒドロキシルラジカル発生装置、前記ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水中の TOC 成分としての有機酸を除去するためのイオン除去装置、前記ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水の TOC 値を監視し、その TOC 値が 0.5～2.5 mg/L となるようにヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御し、前記イオン除去装置からの最終処理水中の TOC 値を 0.3 mg/L 以下にするためのフィードバック制御機構を包含することを特徴とする TOC 成分除去の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、TOC 成分除去の

制御方法及び装置に関し、特に、TOC 成分を実質的に含まない水、例えば、電子工業の洗浄工程に使われる純水、超純水の製造や回収のための TOC 成分除去の制御方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 オゾン、過酸化水素、紫外線及び各種酸化触媒などを適当に組み合わせることにより、個々のこれらの酸化手段単独よりも酸化力が強いヒドロキシルラジカルが発生する。これらの酸化手段は酸素元素と水素元素以外のものを発生しないので、二次汚染の恐れが低く、後段の処理における塩負荷も低くなる。このような特徴から、上記の各種酸化手段の適当な組み合わせやオゾンとアルカリとの組み合わせ（アルカリは酸化剤では無いが、この組み合わせによりヒドロキシルラジカルが発生する）によりヒドロキシルラジカルを発生させ、これにより TOC 成分含有水（以下、時に「原水」と言う）中の TOC 成分を酸化分解して、純水、超純水等の製造並びに使用後の純水、超純水の回収のために原水から TOC 成分除去を行うことが広く行われている。

【0003】 このように、上記の各種酸化手段の種々の組み合わせやオゾンとアルカリとの組み合わせにより、共通してヒドロキシルラジカルが発生するが、これらの組み合わせは、それぞれ互いに異なった特徴を有する。例えば、過酸化水素と紫外線（UV）との組み合わせは古典的な使い方であるが、反応速度が遅いため、数時間以上の反応時間を要するのが通常である。オゾンと紫外線（UV）との組み合わせは、オゾンによる UV 吸収率が非常に高いため、反応速度はかなり速くなるが、紫外線照射装置のためにイニシャルコストとランニングコスト（電力料と紫外線ランプの交換費用を含む）の両方が増加することになる。オゾンとアルカリとの組み合わせは、反応速度が速く、ランニングコストも低い、アルカリ側で反応するため高濃度の TOC 成分が存在する場合に、炭酸イオン（ CO_3^{2-} ）や重炭酸イオン（ HCO_3^- ）等のラジカルスカベンジャーによる反応阻害を受ける（アルカリ側では、TOC 成分の分解生成物の一つである二酸化炭素が炭酸イオンや重炭酸イオンとして存在し、高濃度の TOC 成分が存在する場合には、二酸化炭素の生成量も多くなるため）。一方、オゾンと過酸化水素との組み合わせは、反応速度は少し落ちるが、ラジカルスカベンジャーからの影響が少なく、経済的にも有利であるため、比較的広い使用選択幅を持つものになる。なお、重炭酸イオンよりも炭酸イオンの方がラジカルスカベンジャーとしての作用が大きい。

【0004】 また、上記のいずれのヒドロキシルラジカル発生機構においても、中間生成物として有機酸を生成するため、かかるヒドロキシルラジカル発生機構で更に実質的に完全に二酸化炭素と水にまで酸化分解して TOC 成分を実質的に完全に除去するのでは無く、経済的な処理方法として、生成した有機酸の中で二酸化炭素と水

にまで分解されない分を残し、この有機酸残部を後段に設けたイオン除去機構〔例えば、イオン交換装置や逆浸透膜（RO）装置等のイオン除去装置〕を用いて除去することがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このようなTOC成分除去の殆どの場合、ヒドロキシルラジカル発生量の制御が行われていないため、安全サイドで装置を運転する。そのため、ヒドロキシルラジカルは常に過剰量となる。また、一部の場合には、原水のTOC値（TOC濃度）10 によるフィードフォワード制御が行われているが、TOC値とヒドロキシルラジカル必要量の関係は、分解除去対象物である原水中のTOC源（TOC成分としての有機物質の種類）により変わるため、原水のTOC値によるこのようなフィードフォワード制御では、正確さに欠ける。一方、イオン除去装置から得られた処理水のTOC値により、ヒドロキシルラジカル発生量をフィードバック制御すると、タイムラグが長くなるのは避けられず、イオン除去装置の前に設けた酸化剤分解用の活性炭接触装置の活性炭によりTOC成分が吸着されたり放出されたりするために安定な制御を確保し難く、また、イオン除去装置から得られる処理水のTOC値が非常に低いため、充分な制御幅を確保し難い。

【0006】本発明は、従来技術の上述のような欠点を解消し、TOC成分含有水中のTOC成分をヒドロキシルラジカルにより少なくとも有機酸まで分解し、得られる処理水中の有機酸を更にイオン除去機構により処理することによりTOC成分を除去して純水を製造するに当たり、安定且つ正確なヒドロキシルラジカル発生量の制御を可能とするTOC成分除去の制御方法及び装置を提供せんとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記のような課題を解決するために行った下記のような実験の結果に基づいて完成されたものである。即ち、本発明は、TOC成分含有水中のTOC成分をヒドロキシルラジカルにより少なくとも有機酸まで分解し、得られる処理水中の有機酸を更にイオン除去手段により処理することによりTOC成分を除去して純水を製造するに当たり、ヒドロキシルラジカルにより処理された処理水のTOC値を監視し、そのTOC値が0.5～2.5mg/Lとなるようにヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御し、前記イオン除去手段により処理された最終処理水中のTOC値を0.3mg/L以下にすることを特徴とするTOC成分除去の制御方法、並びに、TOC成分含有水中のTOC成分をヒドロキシルラジカルにより少なくとも有機酸まで分解するためのヒドロキシルラジカル発生装置、前記ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水中のTOC成分としての有機酸を除去するためのイオン除去装置、前記ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC 50

C値を監視し、そのTOC値が0.5～2.5mg/Lとなるようにヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御し、前記イオン除去装置からの最終処理水中のTOC値を0.3mg/L以下にするためのフィードバック制御機構を包含することを特徴とするTOC成分除去の装置を提供するものである。

【0008】本発明者の行った実験の結果によると、上述のようにイオン除去装置から得られた処理水のTOC値を0.3mg/L以下、好ましくは0.2mg/L以下にすれば、上記イオン除去装置からの処理水から超純水を製造する場合、後段の超純水製造装置におけるUV（紫外線）酸化、RO処理（逆浸透膜処理）等によりTOC値を更に0.02mg/L以下にすることができることが分かった。

【0009】一般に、ヒドロキシルラジカルによるTOC成分の分解経路（一連の反応）は分解対象物質の種類により異なるが、殆どの有機物は最終段階においてプロピオン酸、酢酸、蟻酸等の低分子有機酸を経て二酸化炭素と水とに変化する。従って、原水（TOC成分含有水）のTOC値やTOC源（TOC成分としての有機物質の種類）が異なっても、ヒドロキシルラジカルによる酸化処理により殆どのTOC成分が少なくとも低分子有機酸にまで転化した段階では、二酸化炭素と水に転化した分は最早TOC成分では無いので、ヒドロキシルラジカルによる処理後の処理水中のTOC値はかなり狭い範囲に入る。

【0010】オゾンと過酸化水素との組み合わせによる処理を例にすると、その処理水のTOC値範囲は凡そ0.5～2.5mg/Lになる。特に、アルコール系有機物が主なTOC源である場合、この組み合わせのヒドロキシルラジカルによる処理水のTOC値範囲は凡そ0.5～1.5mg/Lになる。原水の主なTOC源が分子量の大きい界面活性剤の場合、この組み合わせのヒドロキシルラジカルによる処理水のTOC値範囲は凡そ0.5～2.5mg/Lになる。このようにして得られた処理水について更にイオン除去を行うと、イオン除去後の処理水中のTOC値は0.3mg/L以下、殆どの場合0.2mg/L以下となる。

【0011】このように、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値は後段のイオン除去装置からの処理水のTOC値と一定の相関関係があるため、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値を所定値となるようにヒドロキシルラジカル発生量を制御すると、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値に相応したイオン除去装置からの処理水のTOC値が得られる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0013】オゾン／過酸化水素反応槽（ヒドロキシルラジカル発生装置）からの処理水のTOC値が0.5～2.5mg/Lの範囲、望ましくは0.5～1.5mg/Lの範囲内になるようにオゾン発生量を制御すると、例えば、イオン交換樹脂処理（イオン除去処理）後の処理水のTOC値が0.3mg/L以下、殆どの場合0.2mg/L以下となる。この場合、過酸化水素の供給量はオゾン発生量に比例するように、詰まり、過酸化水素／オゾン重量比が0.2/1～0.4/1になるように制御するのが好ましい。

【0014】オゾンとアルカリとの組み合わせによるTOC成分除去もほぼ同様である。即ち、オゾン／アルカリ反応槽（ヒドロキシルラジカル発生装置）からの処理水のTOC値が0.5～2.5mg/Lの範囲、望ましくは0.5～1.5mg/Lの範囲内になるようにオゾン発生量を制御すると、イオン交換樹脂処理（イオン除去）後の処理水のTOC値が0.3mg/L以下、殆どの場合0.2mg/L以下となる。この場合、アルカリの添加量はオゾン発生量と比例させる代わりに、処理水のpH値によって制御するのが好ましい。詰まり、処理水のpHがアルカリ側、好ましくは8～11、更に好ましくは8.5～10.5の範囲内の値になるようにすればよい。なお、一般的に、pH値を高くすると、反応速度は大きくなるが、アルカリの添加量が多いのでそれだけイオン交換樹脂処理等のイオン除去処理における塩負荷が大きくなり、また、二酸化炭素が炭酸イオンや重炭酸イオン、特に炭酸イオンとして存在する割合が増えるのでラジカルスカベンジャーとしての作用も増大する。アルカリとしては、例えば、水酸化ナトリウムや水酸化カリウム等を用いることができる。

【0015】オゾンと紫外線（UV）との組み合わせによるTOC成分除去もほぼ同様である。即ち、オゾン／UV反応槽（ヒドロキシルラジカル発生装置）からの処理水のTOC値が0.5～2.5mg/Lの範囲、望ましくは0.5～1.5mg/Lの範囲内になるようにオゾン発生量を制御すると、イオン交換樹脂処理（イオン除去）後の処理水のTOC値が0.3mg/L以下、殆どの場合0.2mg/L以下となる。この場合、例えば、紫外線（UV）ランプの出力量をオゾン発生量と連動させて制御するのが好ましく、UVランプ出力量／オゾン発生量の比を0.2～5kw/kg-O₃になるように制御すればよい。使用する紫外線ランプとしては、主波長が254nm、あるいは主波長が254nmと185nmである低圧水銀ランプ、及び主波長が365nmの高圧水銀ランプのいずれでもよいが、好ましくは主波長が254nmの低圧水銀ランプを使用する。

【0016】上述した好ましい実施の形態では、ヒドロキシルラジカル発生機構として、オゾン／過酸化水素、オゾン／アルカリ、オゾン／紫外線（UV）の各組み合

わせの場合について述べたが、フェントン酸化（Fe²⁺+H₂O₂）／紫外線（UV）、オゾン／酸化触媒、触媒（TiO₂等）／紫外線（UV）などのAOP法（advanced oxidation processes、促進酸化法）と称される各種の方法を用いることもでき、また、詳述した組み合わせの方法やAOP法と称される方法から複数の方法を選んで更に組み合わせることもでき、例えば、多段に組み合わせたり、また、例えば、オゾン／過酸化水素／紫外線（UV）のように組み合わせる一段に用いることもできる。また、オゾンの発生方法としては、無声放電法、水電解法等の各種の方法を用いることができる。

【0017】ヒドロキシルラジカルによる処理後の処理水は、残存する酸化剤が後段のイオン除去装置において用いるイオン交換樹脂や逆浸透膜等の材料の劣化を引き起こす悪影響を忌避するため、残存する酸化剤の除去をイオン除去に先立って行うのが通常である。残存酸化剤の除去方法としては、活性炭処理、還元剤（例えば、亜硫酸ナトリウム）注入、紫外線照射、還元触媒（例えば、パラジウム系触媒）接触等の方法を挙げることができるが、活性炭処理が低コスト且つ装置的にも簡便で好ましい。

【0018】上述した好ましい実施の形態では、一例として、イオン除去をイオン交換樹脂処理により行う場合について述べたが、イオン除去は、各種のイオン交換法（装置）や逆浸透膜（RO）法（装置）等のイオン除去法（装置）を用いて行うことができる。

【0019】なお、本発明方法による上述の制御に加えて、イオン除去装置からの処理水のTOC値をモニタリング（監視）し、イオン除去後の処理水のTOC値が0.3mg/L以下となるようにヒドロキシルラジカル発生量を制御する操作を補助的に追加することも有効であり、これにより、イオン除去後の処理水のTOC値をより確実に0.3mg/L以下とすることができる。

【0020】

【実施例】オゾン／過酸化水素の組み合わせによるTOC成分除去処理を一例として、以下の実施例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0021】図1に実施例で用いたTOC成分除去装置を示すが、この図は本発明の装置の一例を示すシステムフロー図でもある。リアクター101がヒドロキシルラジカル発生装置で、このリアクター101には原水ポンプ140により原水ライン141から原水が送水される。リアクター101でヒドロキシルラジカル処理された後の処理水の一部はTOC計120でTOC値を計測され、このTOC値に基づきPID制御器121から制御用信号122が送信され、オゾン発生器130の制御を行うと共に、オゾン発生量と連動された過酸化水素ポンプ制御用信号123となり過酸化水素ポンプ150の

制御を行う。オゾン発生器 130 で生じたオゾン化ガスはオゾン化ガスライン 131 を通じて、リアクター 101 と連結された循環ライン 133 に注入され、循環ポンプ 132 によりリアクター 101 に供給される。なお、オゾンの溶解は、ディフューザー (diffuser、散気板)、エジェクター (ejector)、ラインミキサー (in-line mixer) 等の種々の手段により行うことができる。過酸化水素ポンプ 150 により過酸化水素ライン 151 を通じて過酸化水素がリアクター 101 に供給される。ヒドロキシルラジカル処理された後の処理水の大部分は、ヒドロキシルラジカル処理水ライン 110 を通じて活性炭塔 111 に送水され、ここで酸化剤 (過酸化水素、オゾン) は分解され、活性炭処理された処理水は、イオン交換樹脂塔 112 に送水され、ここでイオン交換により有機酸等を除去され、イオン交換後の処理水としてイオン交換処理水ライン 113 に流出して来る。なお、160 は、排ガス排出管である。

【0022】実施例 1

図 1 に示す装置において、10 L 容量のリアクター 101 に、6 L/h r の流量で各種 TOC 値の原水を通水しながら、循環ポンプ 132 の吸引側の循環ライン 133 *

* に無声放電により発生させたオゾン进行供給し、また、過酸化水素ポンプ 150 により過酸化水素を連続的に供給した。TOC 源はイソプロピルアルコール (IPA) であった。リアクター 101 においてヒドロキシルラジカルにより処理 (TOC 成分の酸化処理) された後の処理水 110 の TOC 値をシーバス 810 型 TOC 計 120 [シーバス社 (米国) 製] によりオンラインで測定し、TOC 計 120 からの測定信号を PID 制御器 121 に送り、オゾン発生量を TOC 計 120 の測定値が所定値となるように PID 制御器 121 により制御すると共に、過酸化水素/オゾン重量比 = 0.31/1 となるように過酸化水素ポンプ 150 を制御し、この両者によりヒドロキシルラジカルの発生量を自動制御した。リアクター 101 内の水の pH 値は 7.5 前後にほぼ一定に維持された。リアクター 101 からの処理水は活性炭塔 111 で処理し、酸化剤 (O_3 、 H_2O_2) を分解後、イオン交換樹脂塔 112 によりイオン状有機物 (有機酸) を除去した。この TOC 成分除去処理の結果を表 1 に示す。

【0023】

【表 1】

原水 TOC 値 (mg/L)	酸化処理直後 TOC 値 (mg/L)	イオン交換後 TOC 値 (mg/L)
2	1.4	0.35
2	0.6	0.08
4	1.8	0.32
4	0.7	0.07
6	1.7	0.28
6	0.5	0.04

【0024】表 1 から分かるように、原水の TOC 値が変動しても、酸化処理直後 (活性炭処理前) の処理水の TOC 値が一定になるようにすれば、イオン交換処理後の処理水の TOC 値もそれと相応した値となるため、酸化処理直後の処理水の TOC 値によりヒドロキシルラジカル発生量を制御することが有効であることが分かった。また、比較のために、イオン交換処理後の処理水の TOC 値によるヒドロキシルラジカル発生量の制御も試みたが、ラグタイムが長すぎるため、安定な制御を行うことができなかった。

【0025】実施例 2

※図 1 に示す装置において、実施例 1 と同じ条件で、界面活性剤を TOC 源として含む原水の処理を行った。界面活性剤の主成分は、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、スルフォ琥珀酸アルキルエーテル、ジエチレングリコールモノベンジルエーテル及びオレフィンである。リアクター 101 からの処理水は活性炭塔 111 で処理し、酸化剤 (O_3 、 H_2O_2) を分解後、イオン交換樹脂塔 112 によりイオン状有機物 (有機酸) を除去した。この TOC 成分除去処理の結果を表 2 に示す。

【0026】

【表 2】

原水 TOC 値 (mg/L)	酸化処理直後 TOC 値 (mg/L)	イオン交換後 TOC 値 (mg/L)
4.3	2.5	0.25
4.5	1.8	0.11
6.6	2.6	0.22

【0027】表2から分かるように、原水のTOC値が変動しても、酸化処理直後（活性炭処理前）の処理水のTOC値が一定になるようにすれば、イオン交換処理後の処理水のTOC値もそれと相応した値となるため、酸化処理直後の処理水のTOC値によりヒドロキシルラジカル発生量を制御することが有効であることが分かった。また、比較のために、イオン交換処理後の処理水のTOC値によるヒドロキシルラジカル発生量の制御も試みたが、ラグタイムが長すぎるため、安定な制御を行うことができなかった。

【0028】

【発明の効果】一般に、ヒドロキシルラジカルによるTOC成分の分解経路（一連の反応）は分解対象物質の種類により異なるが、殆どの有機物は最終段階においてプロピオン酸、酢酸、蟻酸等の低分子有機酸を経て二酸化炭素と水とに変化する。従って、原水（TOC成分含有水）のTOC値やTOC源（TOC成分としての有機物質の種類）が異なっても、ヒドロキシルラジカルによる酸化処理によりTOC成分が少なくとも低分子有機酸にまで転化した段階では、二酸化炭素と水に転化した分は最早TOC成分では無いので、本発明の方法によれば、ヒドロキシルラジカルによる酸化処理後の処理水中のTOC値をかなり狭い範囲内（0.5～2.5mg/L）に入るようにすることができる。

【0029】また、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値は後段のイオン除去装置からの処理水のTOC値と一定の相関関係があるため、本発明の方法に従い、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値を所定値（0.5～2.5mg/L）となるようにヒドロキシルラジカル発生量を制御すると、ヒドロキシルラジカル発生装置からの処理水のTOC値に相応したイオン除去装置からの処理水のTOC値が得られ、イオン除去後の処理水のTOC値を0.3mg/L以下にすることができる。従って、本発明の方法によれば、安定且つ正確なTOC成分除去の制御を行うことが

できる。

【0030】なお、上記制御に加えて、イオン除去装置からの処理水のTOC値をモニタリング（監視）し、イオン除去後の処理水のTOC値が0.3mg/L以下となるようにヒドロキシルラジカル発生量を制御する操作を補助的に追加することも有効であり、これにより、イオン除去後の処理水のTOC値をより確実に0.3mg/L以下とすることができる。

【0031】このように、イオン除去後の処理水のTOC値を0.3mg/L以下にすれば、この処理水を超純水の製造工程に送ることができ、後段の超純水製造装置におけるUV酸化、RO処理等によりTOC値を更に0.02mg/L以下にすることができる。

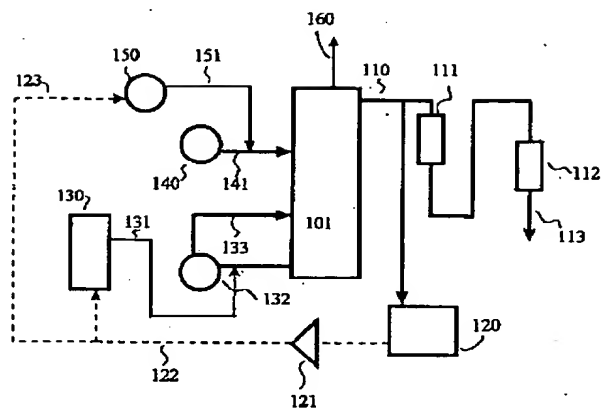
【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、実施例で用いた本発明のTOC成分除去の装置の一例を示すシステムフロー図である。

【符号の説明】

- 101 リアクター
- 110 ヒドロキシルラジカル処理水ライン
- 111 活性炭塔
- 112 イオン交換樹脂塔
- 113 イオン交換処理水ライン
- 120 TOC計
- 121 PID制御器
- 122 制御用信号
- 123 過酸化水素ポンプ制御用信号
- 130 オゾン発生器
- 131 オゾン化ガスライン
- 132 循環ポンプ
- 133 循環ライン
- 140 原水ポンプ
- 141 原水ライン
- 150 過酸化水素ポンプ
- 151 過酸化水素ライン
- 160 排ガス排出管

【図 1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

C 0 2 F 1/78

識別記号

F I

C 0 2 F 1/78